



# ADAMS & WILKS

ATTORNEYS AND COUNSELORS AT LAW

17 BATTERY PLACE

SUITE 1231

NEW YORK, NEW YORK 10004

BRUCE L. ADAMS  
VAN C. WILKS\*

JOHN R. BENEFIEL\*  
FRANCO S. DE LIGUORI<sup>o</sup>  
TAKESHI NISHIDA

\*NOT ADMITTED IN NEW YORK  
<sup>o</sup>REGISTERED PATENT AGENT

RIGGS T. STEWART  
(1924-1993)

TELEPHONE  
(212) 809-3700

FACSIMILE  
(212) 809-3704

December 15, 2006

Mail Stop Issue Fee  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Re: Patent Application  
of Yasuhiko SUGIYAMA et al.  
Appln. No. 10/721,522

Filing Date: November 24, 2003  
Docket No. S005-5168

S I R:

The above-identified application was filed claiming the right of priority based on the following foreign application(s).

Japanese Patent Appln. No. 2002-344140 filed November 27, 2002

Certified copy(s) are annexed hereto and it is requested that these document(s) be placed in the file and made of record.

Respectfully submitted,

ADAMS & WILKS  
Attorneys for Applicant(s)

By: 

Bruce L. Adams  
Reg. No. 25,386

## MAILING CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: Mail Stop Issue Fee, COMMISSIONER FOR PATENTS, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia, 22313-1450, on the date indicated below.

Thomas Tolve

Name



Signature

DECEMBER 15, 2006

Date

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 2 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 4 4 1 4 0  
Application Number:

[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 4 4 1 4 0 ]

出      願      人                      セイコーインスツルメンツ株式会社  
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年 1 0 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 4 2 7 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 02000896

【提出日】 平成14年11月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03F 1/08

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス  
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 杉山 安彦

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス  
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 八坂 行人

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス  
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 田代 純一

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 入江 昭夫

【代理人】

【識別番号】 100096378

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂上 正明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0103799

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合荷電粒子ビームによるフォトマスク修正方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フォトマスクの黒欠陥又は位相シフトの凸欠陥といった余剰部分を削除する修正加工において、集束イオンビームを用いたエッチングで粗修正するステップと、次いで電子ビームを使って仕上げ加工を行なうステップを踏むことで、ガリウム照射による表面ダメージと残留ガリウムを除去することを特徴とするマスク修正方法。

【請求項 2】 集束イオンビーム鏡筒と加工ができる電子ビーム鏡筒の二つの鏡筒を試料室に取り付けると共に、CVD用の原料ガス及び／又はエッチング用アシストガスをビーム照射位置に噴射するガス導入装置とを備えた複合荷電粒子ビーム装置を用いて、電子ビームでSEM像を得るステップと、該SEM像上において欠陥修正箇所の位置決めを行なうステップを踏むマスク修正方法。

【請求項 3】 集束イオンビーム鏡筒と加工ができる電子ビーム鏡筒の二つの鏡筒を試料室に取り付けると共に、CVD用の原料ガス及び／又はエッチング用アシストガスをビーム照射位置に噴射するガス導入装置とを備えたものにおいて、二次電子の他二次イオンの種別検出可能な二次荷電粒子検出器を備えることにより、加工状態をモニターできることを特徴とするマスク修正用複合荷電粒子ビーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、集束イオンビームを用いた修正と電子ビームを用いた修正を組合せたマスク修正方法と、それを実行する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造過程で用いるマスクの欠落部分を補修する所謂白欠陥修正、付加部分を除去する所謂黒欠陥修正は、原料ガスを吹き付けながら集束イオンビーム（FIB）を照射して行なうデポジションや集束イオンビームを照射するスパッタエッチング、ガスアシストエッチングなどの技術を用いて行

なわれている。現在ではこの技術はFIBマスキングとして確立されているところである。ところが、この集束イオンビームのイオン材料には一般に液体金属であるガリウムが用いられ、加工に伴い照射されるGaイオンによって試料面に損傷を与えてしまうという問題があった。そこで、粗加工段階では加速電圧を高くして加工を行うので、それによってダメージを受けた試料表面を仕上加工段階では加速電圧を低くし丁寧な仕上加工を施して当該傷んだ試料表面を研磨するといった手順を必要としている。この手順によって荒れた試料面の補修は出来るけれども、イオン材料としてガリウムを使用しているため、試料であるマスクに該ガリウムが注入され、仕上がったマスクにそれが残留することになる。このマスクをリソグラフィに使用する際、その残留しているガリウムが光を吸収してしまうため透明度に影響し、レジストに照射される光の強度にアンバランスをきたすことになる。最近の半導体のパターンは細密化が進んでいるため、転写画像を鮮明にするには光源として短波長の光を使用する必要がある。ところが、特に短い波長157nm光を使用した場合にこの光吸収の問題は大きなものとなる。

### 【0003】

最近、マスクの解像度を上げるために位相シフトマスクによるホトリソグラフィーが半導体集積回路の製造に広く使用されている。このリソグラフィーは光の振幅分布のみならず、光の位相差を利用することにより、マスクの解像度の改善を図るものである。図6(a),(b),(c),(d)に従い、位相シフトマスクによるホトリソグラフィーの方法(位相シフト法)の一例を示す。図6(a)は、位相シフトマスクの断面図であり、ガラス基板の表面にCrによる遮光パターンが形成されている。一つの遮光パターンの隣に非常に接近して、次の遮光パターンが形成されており、隣合った遮光パターンの間に開口部が形成される。これらが、繰り返し形成されている。また、開口部には、一つ置きに、透明な膜が形成されており、これは位相シフター膜と呼ばれる。位相シフター膜の材質は、透明な材質であり、フッ化マグネシウム、二酸化チタン、二酸化珪素等の無機物質並びにポリマー材料等の有機物がある。また、レジスト材を使用することも有用である。

図6(a)において、上方から照射されたコヒーレントな光は、各開口部を通過し、直接または、レンズ光学系を経てウエハー上に像を結ぶ。位相シフター膜を

通過した光は、位相シフター膜のない部分を通過した光と比較して、光の位相は 180 度変化する。マスクの開口部を通過した光の振幅分布は図 6 (b) に示すようになる。つまり、位相シフター膜のある開口部と位相シフター膜のない開口部を通過した光は、お互いに位相が 180 度ずれることになる。また、開口部を通過した光は回折するため、遮光パターンの影の部分に相当するウエハー上にも回折光が到達する。このため、ウエハー上に到達する光の振幅強度は、図 6 (c) のようになる。ある遮光パターンの影部分に回折して左右の開口部から廻り込んだ光はお互いに位相が 180 度ずれている。つまり、それらは打ち消しあい、ウエハー上に照射される光の強度分布は図 6 (d) のようになる。つまり、開口部の像が明瞭に分離される。また、位相シフター膜の他に、図 6 (e) のようにガラス基板に掘り込みを入れて位相シフトさせる方法もある。

#### 【0 0 0 4】

マスク修正方法に関しては、F I B を用いた C V D、エッチングだけでなく、電子ビームをエネルギービームとして用いた C V D やガスアシストエッチングの技術が先行特許が出されている。例えば特許文献 1 (特開平 4 - 1 2 5 6 4 2 号公報) には位相シフト用フォトマスクの透明膜に生じた欠陥を精度よく修正することを目的として、フォトマスクの主面に C V D 用のガスを吸着せしめた後、欠陥領域にエネルギービームを選択的に照射することによって欠陥領域に修正膜を堆積する技術が示されている。また、フォトマスクの主面にエッチング用のガスを吸着せしめた後、欠陥領域にエネルギービームを選択的に照射することによって欠陥領域をエッチングすることが示されている。さらに、位相シフト用フォトマスクの主面に透明膜を形成することを目的として、フォトマスク主面の透過領域の一部にエネルギービームを選択的に照射することによって透明膜を堆積させることが開示されている。ここで、エネルギービームとしているものには、集束イオンビーム、電子ビームなどを含むとしている。

特許文献 2 (特開平 5 - 1 1 4 3 3 6 号公報) には、位相シフターマスクの位相シフター上の欠陥を高精度かつ簡便に修正することを目的とし、位相シフターの欠陥部を該欠陥部がほぼ平坦となる膜厚までエッチングした後、このほぼ平坦化された欠陥領域の位相シフターの屈折率を、イオンビーム照射によりイオン打ち

込みを行なうことにより変え、位相差がでないようにする技術と、電子ビーム等の熱エネルギービームを照射し、熱歪みを生じさせて屈折率を変える技術とが示されている。

また、特許文献 3（特開平 6 - 4 2 0 6 9 号公報）には、フォトマスクの欠落欠陥を短時間で修正可能にすることを目的とし、材料ガス雰囲気中で、電子ビームを照射し、修正領域に遮光膜を形成して欠落欠陥を修正する技術が開示されている。

#### 【 0 0 0 5 】

しかし、上記の特許文献には電子ビームを用いた C V D やガスアシストエッチング、あるいは熱歪みを生じさせて屈折率を変える技術が示されていても、F I B のガリウムイオンによるダメージのこと、マスクに残留するガリウムイオンの影響のこと、更にはイオンビームと電子ビームの特性の差を勘案して使い分けその影響を除去すること、マスク修正において両鏡筒を併設した装置を用い、両ビームの使い分けをしてその短所を補うマスキリペア装置を提供する技術的思想についての直接の記載はもとより、それを示唆する課題認識も示されていない。

#### 【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】 特開平 4 - 1 2 5 6 4 2 号公報 第 1 図，第 2 図，  
第 7 図，第 8 図

【特許文献 2】 特開平 5 - 1 1 4 3 3 6 号公報 請求項 6，  
段落番号 0 0 3 7

【特許文献 3】 特開平 6 - 4 2 0 6 9 号公報 第 4 頁第 7 欄 4 4 行～  
第 8 欄 4 行

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、現在確立している F I B 技術によってマスキリペアを行なう際に問題点となっているガリウムイオン照射による表面ダメージ、残留ガリウムの問題を解決する手法と、それを実行する装置を提供することにある。

#### 【 0 0 0 8 】

##### 【課題を解決するための手段】



本発明のマスキリペアの方法は、黒欠陥の場合はF I Bを用いたエッチングで薄い層を残すだけの除去をまず行ない、次に仕上げとして、ガリウム汚染された該薄い層を電子ビームによるガスアシストエッチングで除去をする工程をとり、位相シフトマスクの凸欠陥については電子ビームを用いたガスアシストエッチングだけで除去するか、F I Bを用いたエッチングで薄い層を残すだけの除去をまず行ない、次にガリウム汚染された該薄い層を電子ビームによるガスアシストエッチングで除去する工程をとる。

本発明のマスク修正用複合荷電粒子ビーム装置としては、同一試料室内にF I B鏡筒の他に加工が行なえる電子ビーム鏡筒を併設するようにすると共に、C V D用の原料ガス及び／又はエッチング用アシストガスをビーム照射位置に噴射するガス導入装置と、二次電子の他二次イオンの種別検出可能な二次荷電粒子検出器を備えることにより、加工状態をモニターしながら、F I Bを用いた粗加工から電子ビームを用いた仕上加工の切替えタイミングを察知できるようにした。

#### 【 0 0 0 9 】

##### 【発明の実施の形態】

本発明は、集束イオンビーム鏡筒と加工ができる電子ビーム鏡筒の二つの鏡筒を試料室に取り付けると共に、イオンビームまたは電子ビームを用いるC V D用の原料ガス及び／又はイオンビームまたは電子ビームを用いるガスアシストエッチング用のアシストガスをビーム照射位置に噴射するガス銃とを備えた装置を用いて、集束イオンビーム又は電子ビームを使って行なうエッチング又はデポジションを選択的に実行する。図1は、そのような複合荷電粒子ビーム装置の基本構成を示したものである。1は集束イオンビーム鏡筒、2が電子ビーム鏡筒、3は試料室、4は試料ステージ、5は試料、6は真空ポンプ、7は二次荷電粒子検出器、8がガス導入装置、9が試料表面のチャージを中和する電荷中和器である。この二次荷電粒子検出器7は質量分離によって二次電子検出の他二次イオンを検出し、その種別を識別出来る機能を備えたものであることが望ましい。図1ではF I B鏡筒1と電子ビーム鏡筒2の光学軸が交差する型式の装置になっているが、2本を平行に並べた形式の装置であってもよい。ただし、本発明で用いる電子ビーム鏡筒2は、従来装置において観察用に設置されている走査顕微鏡用のもの

と違い、加工用にも供するものであるため大きなビーム電流（～数 n A）が採れるものを設置する。因みに観察用であればビーム電流は数 p A 乃至数十 p A 程度のものである。また、FIB 鏡筒 1 はビーム電流としては数 p A ～数十 p A 程度で固定して用いる。

### 【0010】

上記装置を用いて行なう本発明のマスク修正方法を説明する。まず修正領域の観察を行なうために、電子ビームまたは集束イオンビームを走査させ検出器 7 で 2 次電子像を検出し顕微鏡画像を得る。画像観察によって欠陥部分を特定し、マスク修正領域の位置決めを行う。特にイメージングによるダメージを軽減したい場合は、集束イオンビームを用いずに電子ビームで SEM 像を得て修正領域の位置決めを行う。欠陥が図 2 (a) に断面図で示したようなマスクの残留欠陥 (黒欠陥) である場合、該黒欠陥を取り除くために、ガス導入装置 8 からエッチングガスを欠陥領域に吹き付け、そこへ集束イオンビームを照射する。そして、図 2 (b) に示すように黒欠陥を完全に除去せず、少し残した状態で集束イオンビーム照射を止める。この加工は液体ガリウムをイオン源としたガスアシストエッチングであるため、この黒欠陥の残された部分にはガリウムが打ち込まれている。黒欠陥はマスクにおいて光透過部分に存在するので黒欠陥そのものが除去されてもその領域がガリウムで汚染されていると、そこで光の吸収が起こりリソグラフィの作業において前述した問題を起こしてしまう。そこで図 2 (c) に示された残された黒欠陥を取り除くために、図 2 (d) に示すようにエッチングガス ( $\text{XeF}_2$  など) を残った欠陥領域に吹き付け、そこへ今度は電子ビームを照射し、完全に欠陥部分を取り除く。この加工は電子ビームを使ったガスアシストエッチングであるため、ガリウムが試料内に注入されることはなく、先のイオンビーム加工で打ち込まれたガリウムは残った黒欠陥と共に除去される。以上が本発明による黒欠陥修正方法である。

なお、このフォトマスクの黒欠陥修正はガラス基板部分の透明度が得られればよく、ガラス基板の厚みについては後述する位相シフタの場合と異なり、厳密さは求められない。このことを勘案すると、この黒欠陥修正では図 2 の C に示したように黒欠陥の薄い層を残すことなく完全に FIB 加工で除去してしまい、ガラ

ス基板内に注入されたガリウム含浸層を電子ビームを用いた加工で除去するという加工であっても特段の問題はない。その場合、二次荷電粒子検出器 7 のイオン種識別機能により黒欠陥が無くなったことを検知して F I B 加工を終了し、電子ビーム加工に自動切替を行うことができ、作業能率の点で極めて有利である。

#### 【0011】

また、観察された欠陥が図 3 (a) に断面図で示されるようなマスクの欠落欠陥(白欠陥)であった場合は、白欠陥を取り除くために、図 3 (b) に示したように C V D 原料ガスを欠陥領域に吹き付け、そこへ集束イオンビームまたは電子ビームを照射する。これにより、イオンビームまたは電子ビームを用いたデポジションで局所的に成膜して欠陥を修正する。通常白欠陥の場合本来マスクにおいて光を遮蔽する領域であるから、イオン源に液体ガリウムを用いて修正領域にガリウム元素が打ち込まれても光吸収による問題は生じない。したがって、白欠陥については、集束イオンビームを用いた修正であってもよい。

#### 【0012】

次に試料が位相シフトマスクであったときの修正手順について説明する。先の場合と同様、まず修正領域の観察を行なうために、電子ビームまたは集束イオンビームを走査させ検出器 7 で 2 次電子像を検出し顕微鏡画像を得る。画像観察によって欠陥部分を特定し、マスク修正領域の位置決めを行う。位相シフト膜へのダメージを勘案すれば電子ビームによる S E M 像での観察が好ましい。観察された欠陥が図 4 (a) の断面図に示されるような位相シフト膜にできた凹欠陥であった場合、図 4 (b) に示したようにその凹欠陥を埋めて修正するために、C V D ガス(T E O S などの S i 系ガス)を欠陥領域に吹き付け、そこへ電子ビームを照射する。これにより透明な膜を成膜することができ、位相シフト膜が修正できる。マスクにおいて位相シフト膜は光透過領域であるから、この際の加工にはガリウム汚染の問題を起こす集束イオンビームを使用しないで、電子ビームによるデポジションを行なうことに意味がある。

#### 【0013】

また、図 4 (c) は位相シフトマスクの位相シフト膜にできた凸欠陥の断面図である。この凸欠陥は基本的に黒欠陥と同じ余剰欠陥であり除去する必要がある。

これを取り除くために、図4(d)に示したようにエッチングガスを欠陥領域に吹き付け、そこへ電子ビームまたは集束イオンビームを照射してガスアシストエッチングで除去する。前述したようにこの位相シフト膜はマスクにおいて光透過領域となるので、ガリウムが残留すると光吸収の問題が起こる。当初から電子ビームを用いたエッチングで修正を行なった場合にはこのガリウム残留汚染の問題は生じない。しかし、凸欠陥が大きいなどの理由から集束イオンビームによるガスアシストエッチングを用いて凸欠陥を除去する場合には、黒欠陥の場合と同様に凸欠陥を完全に除去せずに薄く残しておく。この薄く残った欠陥部位分にはガリウムが打ち込まれ、注入されている。そこで、このガリウム汚染部分を除去すべく仕上げ加工として、エッチングガスを欠陥領域に吹き付け、そこへ電子ビームを照射する。この電子ビームを用いたガスアシストエッチングによって、イオンビーム照射によるダメージ部分と凸欠陥を取り除くことができる。

なお、この位相シフトマスクの場合は、先のフォトマスクの場合と異なり、単にガラス基板が透明であるだけではなくガラス基板の厚さ寸法は光の位相に影響する。従って、FIB加工において黒欠陥等の余剰欠陥の薄い層を残し、仕上げ加工においてガラス基板を削らないようにすることが必須である。例えば、予備実験において二次イオン検出を行い、黒欠陥素材の検出が無くなるまでの時間を計り、実際の加工の際には当該時間から欠陥に応じた加工時間を割りだし、FIBによる加工を終了するなどの手法を取ることができる。

#### 【0014】

また、図5(a)に示したものはガラスをエッチングして位相シフトマスクを作る際の掘り残し欠陥の断面図である。掘り込みのある位相シフトマスクは、位相シフトに必要な掘りこみの深さがないと予定する位相シフトがなされない。従ってこの掘り残し欠陥を修正する手法は基本的に余剰欠陥であるから先の黒欠陥、位相シフト膜の凸欠陥の場合に準じて実行される。すなわち、本発明の装置によって、図5(b)に示したようにエッチングガスを欠陥領域に吹き付け、そこへ電子ビームまたは集束イオンビームを照射してガスアシストエッチングで除去する。このガラス基板の掘り込み領域は位相シフトマスクにおいて光透過領域となるので、ガリウムが残留すると光吸収の問題が起こる。当初から電子ビームを用い

たエッチングで修正を行なった場合にはこのガリウム残留汚染の問題は生じない。しかし、凸欠陥が大きいなどの理由から、集束イオンビームによるガスアシストエッチングを用いて除去する場合には、黒欠陥の場合と同様に凸欠陥を完全に除去せずに薄く残しておく。この薄く残った欠陥部位分にはガリウムが打ち込まれ、注入されているので、このガリウム汚染部分を除去すべく電子ビームを照射してガスアシストエッチングで仕上げ加工する。

なお、マスクはガラス基板をもつものであるから、荷電粒子を照射する過程で電荷チャージの問題を生じる。このチャージはビーム照射の際に静電力の影響を起こしたり、観察画像の障害となったりするため、本発明の加工では必要に応じて電荷中和器 9 を作動させてチャージをキャンセルさせる。

#### 【0015】

##### 【発明の効果】

本発明のマスク修正方法は、マスクの黒欠陥又は位相シフタの凸欠陥といった余剰部分を削除する修正加工において、集束イオンビームを用いたエッチングで粗修正するステップと、次いで電子ビームを使って仕上げ加工を行なうステップを踏むものであるから、集束イオンビームを用いた修正加工を実行してもガリウム照射による表面ダメージと残留ガリウムを除去することができるものである。

#### 【0016】

また、本発明の複合荷電粒子ビーム装置は、集束イオンビーム鏡筒と加工ができる電子ビーム鏡筒の二つの鏡筒を試料室に取り付けると共に、CVD用の原料ガス及び／又はエッチング用アシストガスをビーム照射位置に噴射するガス導入装置とを備えたことにより、集束イオンビーム又は電子ビームを使って行なうエッチング又はデポジションを選択的に実行できるものであるから次のような利点がある。すなわち、位相シフタ膜の凹欠陥のように欠陥部分を埋める素材にガリウム汚染があつては不都合という場合には電子ビームを用いたガスアシストエッチングだけでデポジションを実行できるし、マスクの黒欠陥又は位相シフタの凸欠陥といった余剰部分を削除する修正加工の場合には、集束イオンビームを用いたエッチングで粗修正するステップと、次いで電子ビームを使って仕上げ加工を行なうステップを踏んで、ガリウム照射による残留ガリウムを除去する加工を行

なうというように、欠陥の種類に応じて自在に対応を採って修正加工を実行することが出来る。

また、本発明の複合荷電粒子ビーム装置を用いて、電子ビームでSEM像を得るステップと、該SEM像上において欠陥修正箇所の位置決めを行なうステップを踏むマスク修正方法を行なったときは、集束イオンビームを用いた走査画像で行なうときのような集束イオンビームによる試料面のダメージや汚染の問題がない。

また、本発明のマスク修正用複合荷電粒子ビーム装置の二次荷電粒子検出器として、二次電子の他二次イオンの種別検出可能な二次荷電粒子検出器を備えたものは、加工状態をモニターできることにより黒欠陥が無くなったことを検知してFIB加工を終了し、電子ビーム加工に自動切替を行うことができ、作業能率の点で極めて有利である。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の複合荷電粒子ビームによるマスク修正方法を実行する装置の基本構成を示す図である。

##### 【図 2】

黒欠陥に対する本発明の修正方法を説明する図である。

##### 【図 3】

白欠陥に対して本発明の装置を用いて行なう修正方法を説明する図である。

##### 【図 4】

位相シフト膜の凹欠陥、凸欠陥に対する本発明の修正方法を説明する図である。

##### 【図 5】

位相シフトマスクにおけるガラス基板の掘り残し欠陥に対する本発明の修正方法を説明する図である。

##### 【図 6】

位相シフト用フォトマスクの原理を説明する図である。

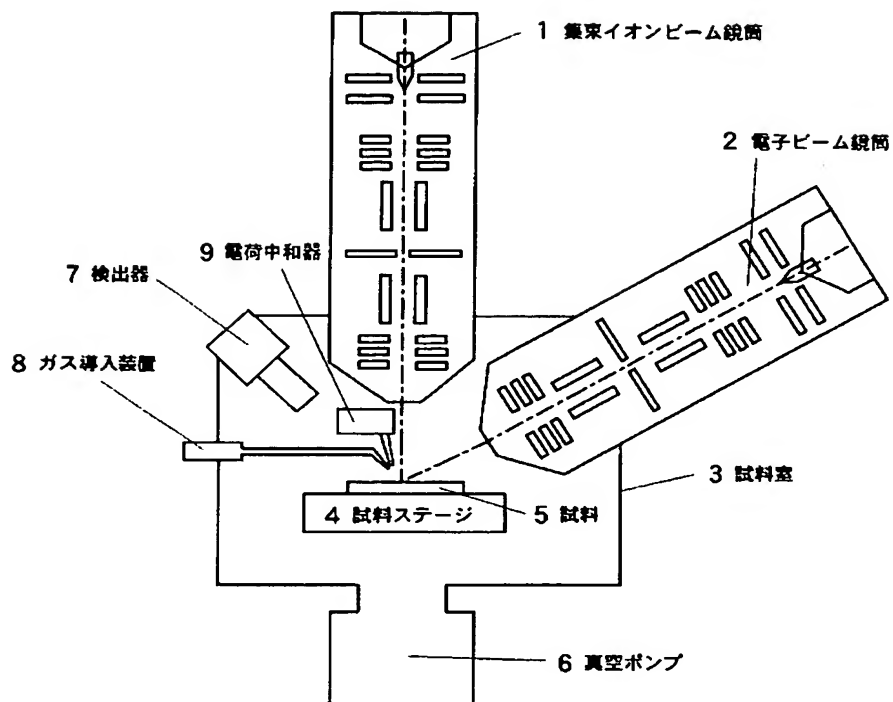
#### 【符号の説明】

- |   |            |   |           |
|---|------------|---|-----------|
| 1 | 集束イオンビーム鏡筒 | 6 | 真空ポンプ     |
| 2 | 電子ビーム鏡筒    | 7 | 二次荷電粒子検出器 |
| 3 | 試料室        | 8 | ガス導入装置    |
| 4 | 試料ステージ     | 9 | 電荷中和器     |
| 5 | 試料         |   |           |

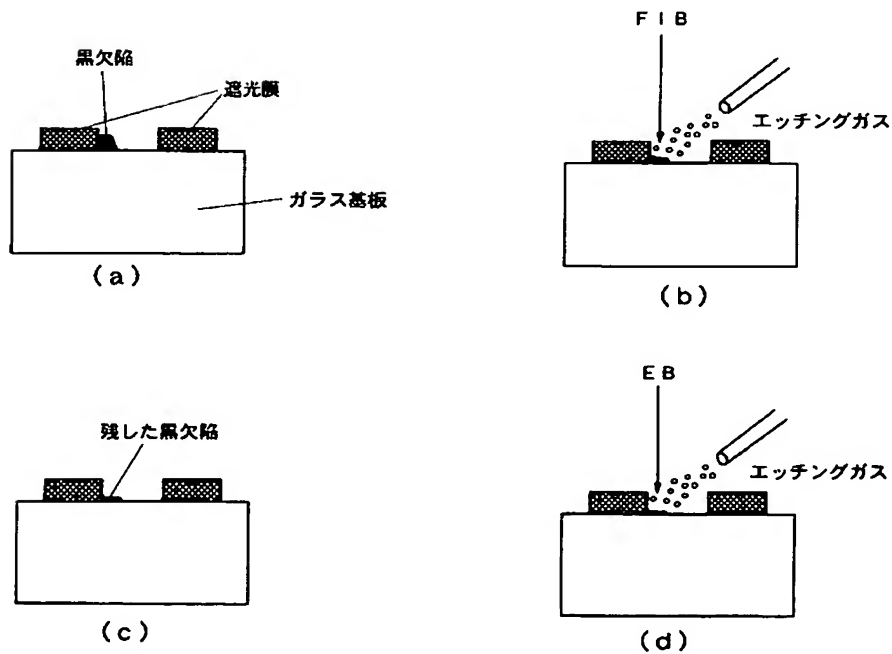
【書類名】

図面

【図 1】

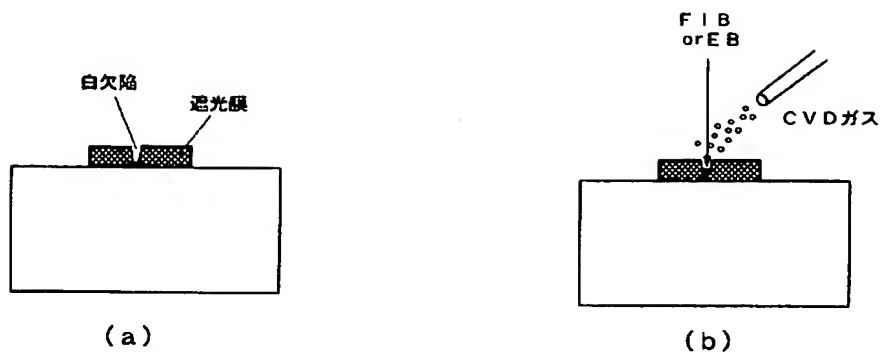


【図 2】

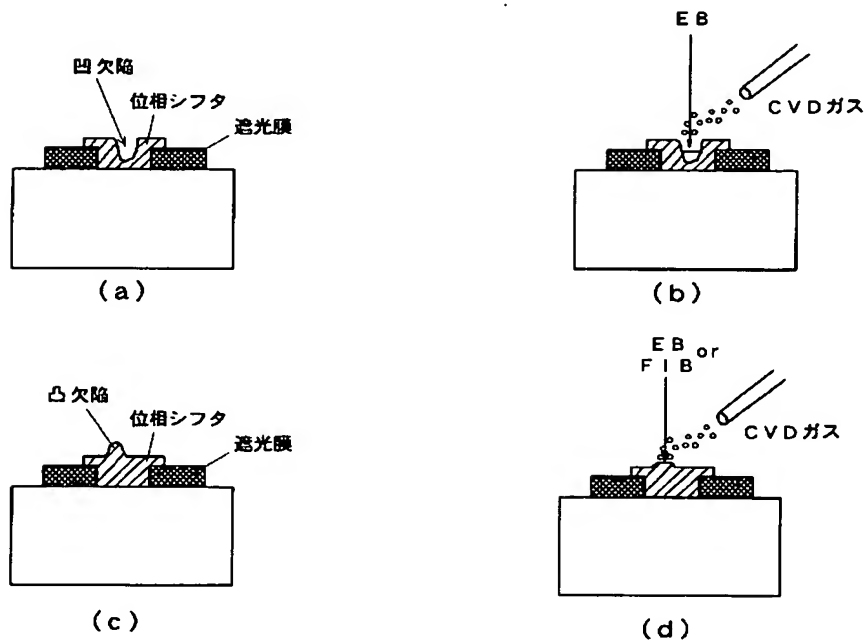




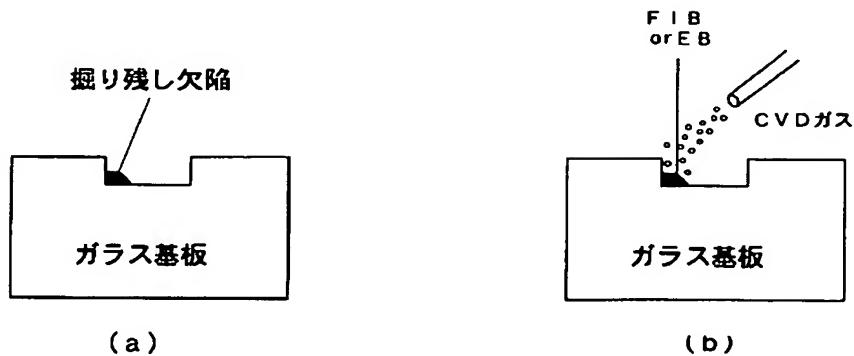
【図 3】



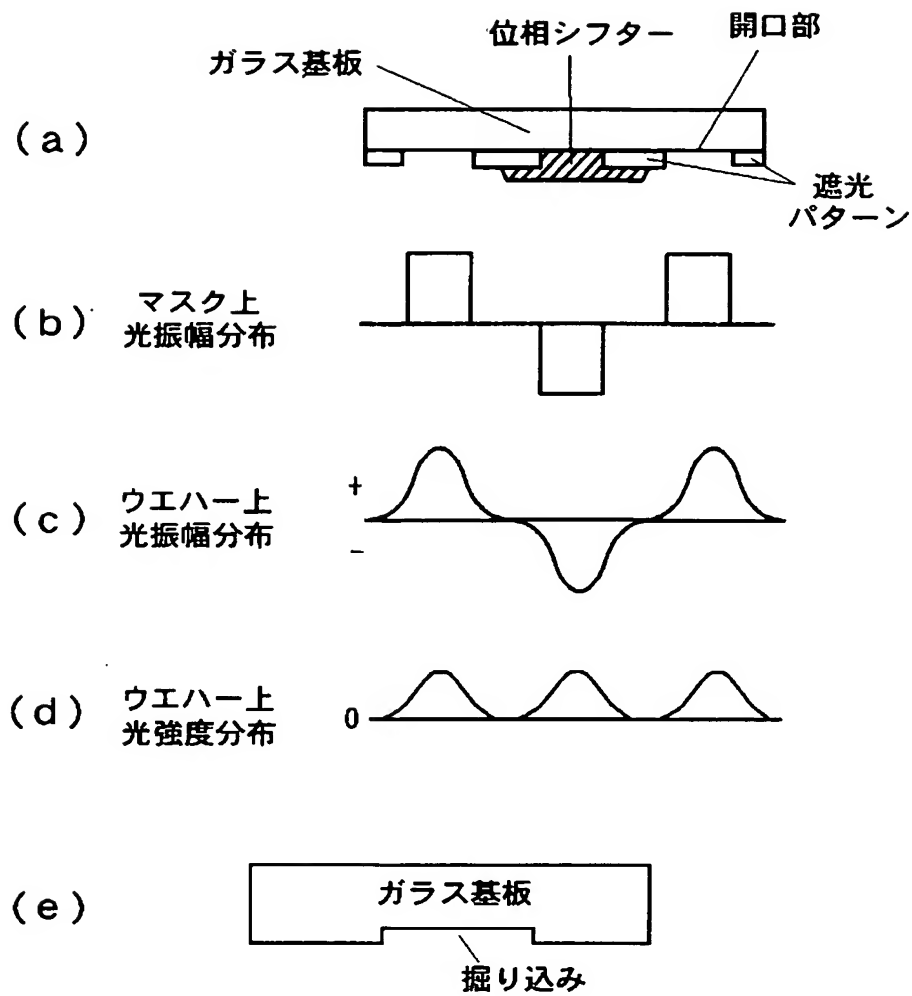
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

本発明の課題は、現在確立している F I B 技術によってマスキリペアを行う際に問題点となっているガリウムイオン照射による表面ダメージ、残留ガリウムの問題を解決する手法と、それを実行する装置を提供することにある。

【解決手段】

本発明の装置は同一試料室内に F I B 鏡筒の他に加工が行なえる電子ビーム鏡筒を併設するようにしたもので、本発明のマスキリペアの方法は、マスクの黒欠陥、位相シフト膜の凸欠陥又はガラス基板掘り込み残欠陥といった余剰部分を削除する修正加工において、集束イオンビームを用いたエッチングで粗修正するステップと、次いで電子ビームを使って仕上げ加工を行なうステップを踏むことで、ガリウム照射による表面ダメージと残留ガリウムを除去する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 4 4 1 4 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 3 2 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 7 年 7 月 2 3 日

[変更理由]

名称変更

住 所

千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地

氏 名

セイコーインスツルメンツ株式会社